



建筑消防供水系统稳压增压方式探析

● 亓延军

(山东省消防总队, 山东 济南 250014)

摘要: 建筑消防供水系统中, 当消防水箱不能满足静压要求时, 应设增压设施。给出了稳压增压装置气压罐调节容积及气压罐容积的计算方法, 分析了水枪和喷头实际出水量大于规范中的额定值、工况点的选择和增压水泵的出水量等规范中存在的问题。

关键词: 稳压增压设备; 气压罐容积; 工况点; 计算; 问题

中图分类号: D631.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-2077(2006)03-0022-02

根据《高层民用建筑设计防火规范》7.4.7.2条的要求, 高位水箱的设置高度应保证最不利点消火栓静水压力。当建筑高度不超过100m时, 高层建筑最不利点消火栓静水压力不应低于0.07MPa; 当建筑高度超过100m时, 高层建筑最不利点消火栓静水压力不应低于0.15MPa。当高位消防水箱不能满足上述静压要求时, 应设增压设施。《自动喷水灭火系统设计规范》10.3.1条规定, 采用临时高压给水系统的自动喷水灭火系统, 应设高位水箱, 其储水量应符合现行有关国家标准的规定。消防水箱的供水, 应满足系统最不利点处的最低工作压力和喷水强度; 第10.3.2条规定建筑高度不超过24m, 并按轻危险级或中危险级场所设置湿式系统、干式系统或预作用系统时, 如设置高位水箱确有困难, 应采用5L/s流量的气压给水。设备供给10min初期用水量。而稳压增压设备的气压罐容积与设置位置、系统的设定压力、上下限压力差值密切相关。

1 稳压增压装置气压罐容积的计算

1.1 气压罐容积的计算

对于补气式气压供水设备, 气压水罐的总容积为

$$V = V_0 + V_x + V_{sp} + V_s + V_q \quad (1)$$

对于隔膜式气压供水设备, 气压水罐的总容积为

$$V = V_x + V_{sp} + \beta V_s + V_q \quad (2)$$

其中, $V_0 = \beta V_s$, $V_{sp} = CV_s - V_s$, $V_{xy} = V_x + V_{sp}$

式中, V ——气压水罐的总容积, m^3 ;

V_0 ——补气式气压罐的不动水容积, m^3 ;

V_x ——气压水罐的消防储水容积, m^3 ;

V_{sp} ——气压水罐的缓冲水容积, m^3 ;

V_s ——气压水罐稳压调节水容积, m^3 ;

V_{xy} ——气压水罐内消防可用水容积, m^3 ;

V_q ——罐中气体所占容积, m^3 ;

β ——附加系数, 补气式卧式水罐宜为1.25, 补气式立式水罐宜为1.10, 隔膜式气压水罐宜为1.05;

C ——安全系数。

1.2 有关参数的取值原则

1.2.1 工况点的选择

对于消防工况而言应满足最不利点对水量和水压的要求, 罐内消防可用水容积 V_{xy} 应满足消防供水系统最不利点30s的用水量要求, 而消火栓和喷头的出水量与栓口和喷头处的压力密切相关, 由于增压稳压装置是为了保证火灾初期的水量和水压, 故工况点应选择压力和流量的最大点。

1.2.2 安全系数 C 的计算

消火栓的出水量应按下列式计算:

$$H_{sh} = A_d L_d q_{sh}^2 + \frac{q_{sh}^2}{B}$$

$$q_{sh}^2 = \frac{B(H_d + H_q)}{1 + BA_d L_d} = \frac{BH_{sh}}{1 + BA_d L_d} \quad (3)$$

式中, H_{sh} ——消火栓栓口处所需水压, mH_2O ;

H_d ——消防水带的水头损失, mH_2O ;

H_q ——水枪喷嘴造成一定充实水柱所需水压, mH_2O ;

q_{sh} ——消火栓射流出水量, L/s ;

A_d ——水带的比阻;

L_d ——水带的长度, m ;

B ——水流特性系数。

喷头出水流量按(4)式计算:

$$q = K \sqrt{P} \quad (4)$$

式中, q ——喷头出水量, L/min ;

P ——喷头处水压, kg/cm^2 ;

K ——喷头特性系数, 喷头直径为DN15时, 取80。

由上可知, 消火栓和喷头的出水量与栓口或喷头前压力的平方根成正比, 故笔者认为 C 值应按(5)式计算:

$$C = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{P'}} \quad (5)$$

式中, P ——保证消防要求的最低工作压力, MPa ;

P' ——增压工况下压力最高的栓口和喷头处的压力,

MPa 。

安全系数 C 的计算结果见表1。综上所述自动喷水灭火



系统 C 取 2.0~2.5, 消防栓及合用系统取 1.3~1.5 可满足工况要求。

表 1 安全系数计算表

自动喷水灭火系统			消防栓系统和消防栓、喷淋合用系统		
$P = 0.05 \text{ MPa}$	$P' = 0.20 \text{ MPa}$	$C = 2.00$	$P = 0.14 \text{ MPa}$	$P' = 0.30 \text{ MPa}$	$C = 1.48$
$P = 0.05 \text{ MPa}$	$P' = 0.25 \text{ MPa}$	$C = 2.30$	$P = 0.21 \text{ MPa}$	$P' = 0.35 \text{ MPa}$	$C = 1.31$
$P = 0.05 \text{ MPa}$	$P' = 0.30 \text{ MPa}$	$C = 2.50$	$P = 0.24 \text{ MPa}$	$P' = 0.40 \text{ MPa}$	$C = 1.28$

1.2.3 对于消防工况而言, 增压消防时罐内压力 P_1 、 P_2 、 P_{s1} 、 P_{s2} 由稳压泵实现, 故对稳压工况来讲, 应选型谱曲线较陡的泵型, 一般情况下 $P_1 = 0.10 \sim 0.35 \text{ MPa}$ 。

1.2.4 对于消防工况而言, 增压消防时罐内压力为 P_{s1} , 供水时压力由 P_{s1} 降至 P_1 , 工况点处消防栓和喷头的压力由 $P_{\max}$ 降至 $P_{\min}$, 故计算压力取 $P_j = \frac{P_{\max} + P_{\min}}{2}$ 较合适; 这样算出的

消防用水量才接近实际值, 确保消防供水的可靠性。

1.3 消防供水系统稳压增压装置气压罐压力及容积计算

1.3.1 消防供水系统稳压增压装置气压罐压力计算

根据式 (6)、(7)、(8) 可计算出气压罐内的压力值:

$$P_2 = \frac{p_1 + 0.098}{1 - \frac{V_x}{V}} - 0.098 \quad (6)$$

$$P_{s1} = \frac{p_2 + 0.098}{1 - \frac{V_{sp}}{V}} - 0.098 \quad (7)$$

$$P_{s2} = \frac{P_{s1} + 0.098}{1 - \frac{\beta V_s}{V}} - 0.098 \quad (8)$$

式中, $p_1 = H_1 + H_2 + H_3 + 0.1$;

$p_2 = H_1 + H_2 + H_3 + 0.1 + \Delta P$;

P_1 ——保证消防贮水容积的最低压力;

P_2 ——保证消防贮水容积的最高压力;

P_{s1} ——稳压调节容积的下限压力, 稳压泵启动压力;

P_{s2} ——稳压调节容积的上限压力, 稳压泵停泵压力;

H_1 ——配水管网总水头损失, MPa;

H_2 ——最不利配水点所需流出水头, MPa;

H_3 ——最不利配水点与气压水罐最低水位的几何高差, m;

ΔP ——保证消防储水容积所需的压差, MPa。

1.3.2 消防供水系统稳压增压装置气压罐容积计算

根据高规第 7.4.8.1 条之规定, 增压水泵的出水量 q_b , 对消防栓系统不应大于 5L/s, 对自动喷水灭火系统不应大于 1L/s。即对消防工况而言有 $q_b = 1 \text{ L/s}$ 、 $q_b = 5 \text{ L/s}$ 、 $q_b = 6 \text{ L/s}$ 三种情况, 将其代入式 (1) 和式 (2) 中, 可得出不同工况、不同型式气压罐内水的调节容积, 在已知 P_1 、 V 、 V_x 、 V_s 、 V_{sp} 的条件

下, P_2 、 P_{s1} 、 P_{s2} 可按式 (6)、(7)、(8) 计算, 罐体直径 $\Phi 800$ 、 $\Phi 1000$ 隔膜式气压供水装置的计算结果见表 2。

2 现行规范中存在的问题

2.1 根据高规第 7.4.8.1 条之规定增压水泵的出水量, 对消防栓系统不应大于 5L/s, 对自动喷水灭火系统不应大于 1L/s。第 7.4.8.2 条规定气压水罐的调节水容量宜为 450L。条文说明中规定了增压水泵的流量应满足一个消防栓或一个喷头的用水量, 同时气压水罐内水的调节容积应保证 2 支水枪和 5 个喷头 30s 初期用水量的要求, 条文中 5L/s 是 DN65 的栓口、 $\Phi 19$ 的水枪在 0.16MPa 时的出水量, 1L/s 是喷头在 0.05MPa 时的出水量。而消防栓和喷头的出水量应按式 (3) 和式 (4) 计算, 不应按 5L/s 和 1L/s 计算。 q 随压力的增大而增大, 随压力的减小而减小, 而气压罐供水是变压供水, 压力由 P_{s1} 降至 P_1 , 显然增压供水过程中, 水枪和喷头实际出水量大于规范中的额定值。

表 2 自动喷水系统增压设施选用表 $q_b = 1 \text{ L/s}$

罐体直径 (mm)	V (L)	V_x (L)	C	V_{sp} (L)	V_s (L)	V_{xy} (L)	作用时间 T (s)	P_1 (MPa)	P_2 (MPa)	P_{s1} (MPa)	P_{s2} (MPa)
800	850	150	2.00	150	140	300	33	0.10	0.145	0.196	0.245
			2.30	195	103	345	30	0.15	0.202	0.292	0.342
			2.50	225	71	375		0.20	0.362	0.528	0.578
1000	1560	150	2.00	195							
			2.30								
			2.50								

2.2 工况点不应选择压力和流量的最小值, 规范中的额定值只是对最不利的 2 个栓口和 5 个喷头灭火时的水量要求, 其它部位需要的用水量远大于此值, 工况点应选择增压区域压力和流量的最大点。规范要求的 450L 的调节容积无法保证火灾初期 30s 的用水量, 降低了消防供水的安全可靠性。

2.3 q_b 的取值。根据高规第 7.4.8.1 条之规定, 增压水泵的出水量, 对消防栓系统不应大于 5L/s, 对自动喷水灭火系统不应大于 1L/s。笔者认为稳压增压系统, 只是保证消防主泵启动前 30s 系统用水量, 而此水量已由气压罐内可用消防水容积 V_{xy} 满足, 故此值不易取得过大, 根据目前存在的泵型, 对于消防栓系统 $q_b \leq 3 \text{ L/s}$ 对于自动喷水灭火系统 $q_b \leq 1.0 \text{ L/s}$ 对于合用系统 $q_b \leq 5.0 \text{ L/s}$ 即可。

参考文献:

- [1] 陈耀宗, 姜文源, 胡鹤钧. 建筑给水排水设计手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992
- [2] 民用建筑给水排水设计技术措施 [M]. 中国计划出版社, 2003
- [3] GB50045-95 高层民用建筑设计防火规范 [S].
- [4] GBJ16-87 建筑设计防火规范 [S].

On the Means to Increase the Water Pressure of Fire Fighting in Buildings

QI Yan-jun

(Fire Division of Shandong Ji'nan, Shandong Province 250014 China)

Abstract The pressure facilities should be used to increase the water pressure in a fire water supply system when static pressure in a water tank is inadequate. In this paper a formula is put forward for calculating the capacity of air compressing pumps and of air compressing tanks and the volume of water supply.

Key words the pressure facilities, the capacity of air compressing pumps, spot calculate, problems